



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05134682 A**(43) Date of publication of application: **28.05.93**

(51) Int. Cl.

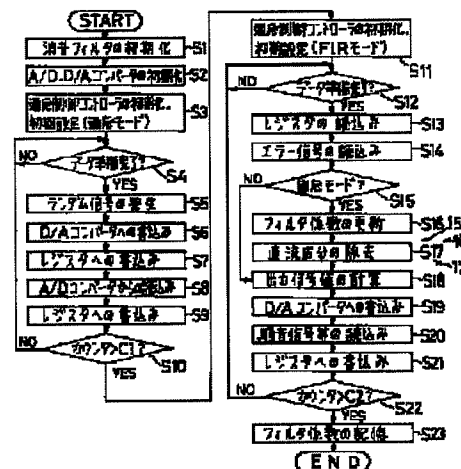
**G10K 11/16**(21) Application number: **03297120**(71) Applicant: **DAIKIN IND LTD**(22) Date of filing: **13.11.91**(72) Inventor: **HIEI TAKEHIKO**(54) **APPARATUS PROVIDED WITH ADAPTIVE TYPE  
FIR FILTER**

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To stably operate the adaptive type FIR filter for many hours.

CONSTITUTION: In the case of executing adaptive control by the least means square method (LMS: Least Mean Square) algorithm by using an adaptive type FIR filter, when a filter coefficient being a control parameter of its LMS is updated, the accumulation sum of this filter coefficient is calculated, this accumulation sum is divided by a filter degree, each filter coefficient is subtracted from its division result value, and its subtraction result is used as a new filter coefficient. In such a way, even if the adaptive type FIR filter is operated continuously for many hours, a DC component contained in the updated filter coefficient due to a fact that its filter degree is finite and a calculation error, etc., exist can be eliminated. Accordingly, by limiting small a convergence error of the filter coefficient, a stable operation of the adaptive type FIR filter extending over many hours can be secured.



(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 0 K 11/16

識別記号

庁内整理番号

H 7350-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁)

(21)出願番号 特願平3-297120  
 (22)出願日 平成3年(1991)11月13日

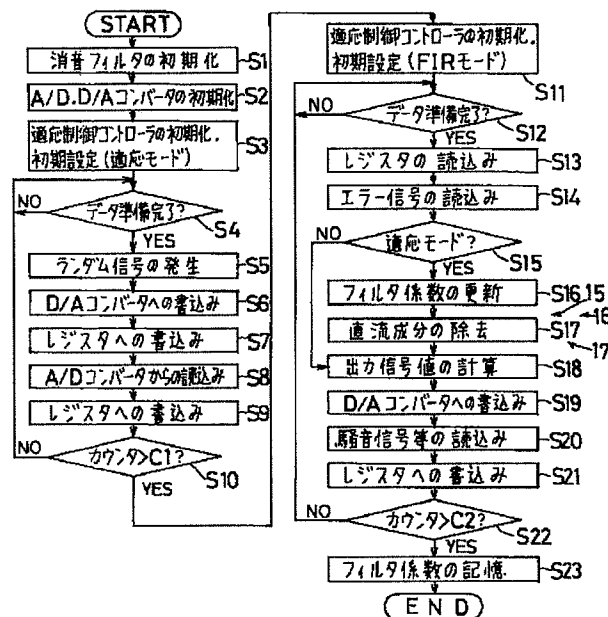
(71)出願人 000002853  
 ダイキン工業株式会社  
 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号  
 梅田センタービル  
 (72)発明者 樋江井 武彦  
 大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業  
 株式会社堺製作所金岡工場内  
 (74)代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

(54)【発明の名称】 適応型FIRフィルタを備えた装置

(57)【要約】

【目的】 適応型FIRフィルタを備えた装置において、適応型FIRフィルタを長時間安定に動作させる。

【構成】 適応型FIRフィルタを使用して最小二乗平均法(LMS; Least Mean Square)アルゴリズムによる適応制御を行う場合、そのLMSの制御パラメータとしてのフィルタ係数が更新されると、このフィルタ係数の累積和を算出し、この累積和をフィルタ次数で除算し、その除算結果値から各フィルタ係数を減算し、その減算結果を新たなフィルタ係数として使用する。これにより、適応型FIRフィルタを長時間継続して動作させても、そのフィルタ次数が有限で計算誤差等が存在することに起因して、更新されたフィルタ係数に含まれる直流成分を除去できる。従って、フィルタ係数の収束誤差を小さく制限して、適応型FIRフィルタの長時間の安定動作を確保できる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 フィルタ係数を最小二乗平均法により更新して適応制御を行う適応型FIRフィルタを備えた装置において、更新されたフィルタ係数の累積和を算出する累積和算出手段と、該累積和算出手段により算出された累積和を上記適応型FIRフィルタのフィルタ次数により除算する除算手段と、該除算手段の除算結果値から上記更新された各フィルタ係数を減算する減算手段とを備え、該減算手段の減算結果値は上記適応型FIRフィルタのフィルタ係数として使用されることを特徴とする適応型FIRフィルタを備えた装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、フィルタ係数を最小二乗平均法により更新して適応制御を行う適応型FIR (Finite Impulse Response) フィルタを備えた装置の改良に関し、特に長時間使用する場合での安定動作性の改良に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 従来より、適応型FIRフィルタを備えた装置として、例えばダクト等の音波の伝播通路内の非定常的な広帯域の騒音に対して、これとは逆位相で且つ同振幅の反転音を作用させて消音を行うアクティブ消音装置が知られている。このものは、適応型FIRフィルタにより騒音信号に対して逆位相で同振幅の反転音信号を生成した後、該反転音信号を付加音源に入力して反転音をダクト等の被消音空間に放射するとともに、上記被消音空間の所定観測点にモニタマイクロホンを配置し、該観測点にて騒音と上記付加音源から放射された反転音との合成音を該マイクロホンにより検出し、該合成音を低減音レベルとして上記適応型FIRフィルタにフィードバックして、該低減音レベルを小さくするように適応型FIRフィルタのフィルタ係数を最小二乗平均法 (LMS; Least Mean Square) アルゴリズムにより逐次更新することにより、上記観測点周辺の音圧レベルを低減するようにしたものである (例えば電子情報通信学会の技術研究報告の1988年EA-88-29参照)。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記の如き適応型FIRフィルタを備えた装置では、所定周波数で適応型FIRフィルタのフィルタ係数を更新すれば、該フィルタ係数は理論的には良好に収束するはずである。

【0004】 しかしながら、本発明者が上記のアクティブ消音装置について実験調査したところ、騒音信号を消音する場合、その消音制御の継続時間が長くなると、図5に示すように消音制御後の合成音は十分には低レベルに低減されず、また図6に示すようにフィルタ係数には特に低周波数域にて多くの直流成分を含み、収束誤差が存在すること、及びこの収束誤差は消音制御の継続時間が長くなるに従い増大することが判明した。この収束誤

差の増大は、適応型FIRフィルタのフィルタ次数が有限であること、フィルタ係数の計算に誤差が存在すること等が要因となっていると考えられる。

【0005】 本発明は斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、適応型FIRフィルタを長時間継続して動作させても、フィルタ係数の収束誤差を少なくして、常に安定動作させることにある。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明では、フィルタ係数に含まれる直流成分を最小二乗平均アルゴリズムの係数更新時に除去する構成とする。

【0007】 つまり、請求項1記載の発明の具体的な解決手段は、フィルタ係数を最小二乗平均法により更新して適応制御を行う適応型FIRフィルタを備えた装置を対象とする。そして、更新されたフィルタ係数の累積和を算出する累積和算出手段と、該累積和算出手段により算出された累積和を上記適応型FIRフィルタのフィルタ次数により除算する除算手段と、該除算手段の除算結果値から上記更新された各フィルタ係数を減算する減算手段とを設け、該減算手段の減算結果値を上記適応型FIRフィルタのフィルタ係数として使用する構成としている。

**【0008】**

【作用】 以上の構成により、請求項1記載の発明では、更新されたフィルタ係数の累積和がフィルタ次数で除算され、その結果値から上記更新された各フィルタ係数が減算され、これにより直流成分が除去されたフィルタ係数が得られ、該フィルタ係数が適応型FIRフィルタの最小二乗平均法アルゴリズムに使用されるので、長時間動作させてもフィルタ係数の収束誤差が少なく、適応型FIRフィルタは長時間安定に動作することになる。

**【0009】**

【発明の効果】 以上説明したように、本発明の適応型FIRフィルタを用いた装置によれば、直流成分を除去したフィルタ係数を使用できるので、最小二乗平均法アルゴリズムを用いた適応型FIRフィルタを長時間安定して動作させることができる。

**【0010】**

【実施例】 以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。

【0011】 図1は本発明をアクティブ消音装置に適用した実施例を示す。同図において、(1)は音波の伝播通路としてのダクト、(2)は該ダクト(1)における騒音の矢印で示す伝播方向に所定間隔隔てて配置され、該ダクト(1)内の騒音を検出する第1のマイクロホン(2a)及び第2のマイクロホン(2b)よりなる検出マイクロホン、(3)は該検出マイクロホン(2)の騒音伝播方向の下流側に配置されて騒音とは逆位相で且つ同振幅の反転音をダクト(1)の被消音空間に放射する

ためのスピーカである。

【0012】上記検出マイクロホン(2)において、騒音伝播方向の下流側に配置された第2のマイクロホン

(2b)には、上記スピーカ(3)から放射された反転音が該第2のマイクロホン(2b)までに伝播するのに要する伝播時間 $\tau$ 1だけ第2のマイクロホン(2a)の検出信号を遅延させる遅延回路(4)が配置され、その後段には差動アンプ(5)が配置され、その+端子に上記第1のマイクロホン(2a)の検出信号が入力され、一端子に第2のマイクロホン(2b)の検出信号を遅延回路(4)で遅延した信号が入力されている。以上の構成により、ダクト(1)内を図中矢印で示す方向に進行する騒音のみを検出するように検出マイクロホン(2)に指向性を持たせている。

【0013】また、(8)は上記差動アンプ(5)の出力信号を受ける適応型FIRフィルタであって、該適応型FIRフィルタ(8)は、デジタルシグナルプロセッサより成る消音フィルタ(8a)及び適応制御用の適応制御コントローラ(8b)を有し、該消音フィルタ

(8a)は上記差動アンプ(5)から受けた騒音信号とは基本的に逆位相で同振幅の反転音信号を生成するものである。また、適応制御コントローラ(8b)は、最小二乗平均法アルゴリズムによる適応制御を行うものであって、上記差動アンプ(5)を通して受ける騒音信号を遅延時間 $\tau$ 2だけ遅延する遅延回路(8c)からの遅延信号と、後述するモニタマイクロホン(10)からフィードバックされるエラー信号とに基いて、ダクト(1)内の後述する観測点周辺の音圧レベルを低減するようにLMSの制御パラメータとしての上記消音フィルタ(8a)のフィルタ係数を更新して、消音フィルタ(8a)の反転音信号を適応制御し補正するものである。

【0014】そして、上記適応型FIRフィルタ(8)の消音フィルタ(8a)により生成した反転音信号は、上記のスピーカ(3)に入力される。

【0015】また、ダクト(1)内には、スピーカ(3)の騒音伝播方向下流側の所定観測点にモニタマイクロホン(10)が配置されている。該モニタマイクロホン(10)は、進行する騒音を上記スピーカ(3)から放射された反転音の作用により低減した低減音レベルをその観測点にて検出するものである。そして、上記モニタマイクロホン(10)により検出された低減音信号(エラー信号)が上記適応制御コントローラ(8b)にフィードバックされていて、その低減音信号に基いて該適応型FIRフィルタ(8)のLMSの制御パラメータとしての消音フィルタ(8a)のフィルタ係数を更新するようにしている。

【0016】次に、適応型FIRフィルタ(8)による消音制御を図2の制御フローに基いて説明する。スタートして、ステップS1で消音フィルタ(8a)を初期化すると共に、ステップS2で差動アンプ(5)及びモニ

タマイクロホン(10)からの出力信号をA/D変換する各A/Dコンバータ、及び消音フィルタ(8a)からスピーカ(3)への出力信号をD/A変換するD/Aコンバータを各々初期化し、更にステップS3で適応制御コントローラ(8b)を適応モードにて初期化すると共に初期設定する。

【0017】その後、ステップS4以降で適応型FIRフィルタ(8)を使用してスピーカ(3)からモニタマイクロホン(10)までのインパルス応答を同定する。即ち、ステップS4でデータの準備完了を待って、ステップS5でランダム信号を発生させ、ステップS6でこの信号をD/Aコンバータに書込んでスピーカ(3)からランダム騒音を放射すると共に、ステップS7でこのランダム信号を適応制御コントローラ(8b)のレジスタに書込む。更に、ステップS8でモニタマイクロホン(10)側のA/Dコンバータからの出力信号を読み込み、この信号をステップS9で適応制御コントローラ(8b)のレジスタに書込んで、上記ランダム信号とモニタマイクロホン(10)により検出した音信号とに基いて適応型FIRフィルタ(8)のフィルタ係数を更新する。そして、ステップS10でカウンタの値を設定値C1と比較し、C1に至る設定時間の間は上記のフィルタ係数の更新を繰返して、フィルタ係数をスピーカ(3)からモニタマイクロホン(10)までのインパルス応答に等しくする。そして、カウンタが設定値C1を越えるとステップS11以降に進んでダクト(1)内の騒音に対して消音制御を開始する。

【0018】次に、ステップS11以降の消音制御を説明する。ステップS11で適応制御コントローラ(8b)をFIRモードにて初期化すると共に初期設定した後、ステップS12で検出マイクロホン(2)からの騒音信号等のデータが揃った準備完了か否かを判別する。そして、準備完了時の場合には、ステップS13で適応制御コントローラ(8b)のレジスタからフィルタ係数等を読み込むと共に、ステップS14でモニタマイクロホン(10)からのエラー信号、即ち騒音をスピーカ(3)の放射音で低減した信号を読み込む。

【0019】その後は、ステップS15で消音フィルタ(8a)のフィルタ係数を上記モニタマイクロホン(10)で検出したエラー信号に基いて更新し、その後、ステップS16で上記更新したフィルタ係数に含まれる直流成分を除去する。この直流成分の除去は、先ず上記更新されたフィルタ係数の累積和を算出し、この累積和をフィルタ次数で除算し、この除算により得られた値を各フィルタ係数から減算し、この減算により得られた値を新たなフィルタ係数として適応制御コントローラ(8b)のレジスタに書込むことにより行われる。

【0020】そして、上記のように直流成分の除去されたフィルタ係数が得られた後は、ステップS18に進んで上記直流成分の除去されたフィルタ係数に基いてスピー

一カ(3)への出力信号値を計算し、ステップS19でこの計算値をスピーカ(3)へのD/Aコンバータに書込む。更に、ステップS20で検出マイクロホン(2)からの騒音信号等を読み込むと共に、ステップS21でこの騒音信号値を適応制御コントローラ(8b)に書込む。そして、ステップS22でカウンタが設定値C2を越えるまで行い、設定値C2を越えた時点でステップS23で上記直流成分を除去したフィルタ係数を記憶保存して、終了する。

【0021】よって、上記制御フローのステップS17により、更新されたフィルタ係数の累積和を算出する累積和算出手段(15)を構成していると共に、該累積和算出手段(15)により算出された累積和を上記適応型FIRフィルタ(8)のフィルタ次数により除算する除算手段(16)を構成し、更に該除算手段(16)の除算結果値から上記更新された各フィルタ係数を減算する減算手段(17)を構成している。

【0022】したがって、上記実施例においては、モニタマイクロホン(10)により検出された低減音(エラー信号)に基いて消音フィルタ(8a)のフィルタ係数が逐次更新されるが、適応型FIRフィルタ(8)を長時間動作させて消音制御を長時間継続した場合には、適応型FIRフィルタ(8)のフィルタ次数が有限であること、及びフィルタ係数の計算に誤差が存在すること等に起因して、このフィルタ係数に直流成分が含まれる。

【0023】しかし、累積和算出手段(15)、除算手段(16)及び減算手段(17)により、上記直流成分がフィルタ係数から除去されるので、直流成分除去後のフィルタ係数は、図4に示すように均一値となる。よって、消音制御を長時間継続した場合に、フィルタ次数が

有限であり、フィルタ係数の計算に誤差が含まれていても、図3に示すように低減された騒音レベルは広帯域に亘って低く、消音効果は広帯域に亘って得られる。

【0024】尚、上記実施例では、アクティブ消音装置に適用したが、本発明は適応型FIRフィルタを備えた他の装置、例えば適応ノイズキャンセラ、適応ラインエンハンサ、適応ビームフォーマ等にも同様に適用できるのは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】アクティブ消音装置に適用した実施例を示す全体概略構成図である。

【図2】アクティブ消音制御を示すフローチャート図である。

【図3】消音効果の説明図である。

【図4】フィルタ係数に直流線分が除去されている説明図である。

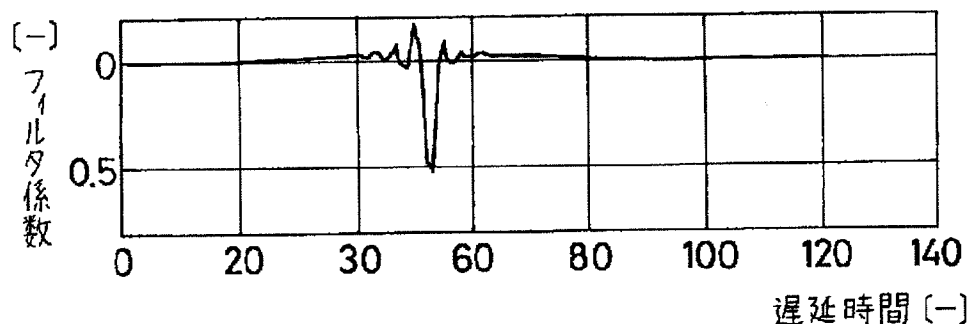
【図5】従来例の消音効果の説明図である。

【図6】従来のフィルタ係数に直流線分が含まれる説明図である。

#### 【符号の説明】

1	ダクト
2	検出マイクロホン
3	スピーカ
8	適応型FIRフィルタ
8a	消音フィルタ
8b	適応制御コントローラ
10	モニタマイクロホン
15	累積和算出手段
16	除算手段
17	減算手段

【図4】



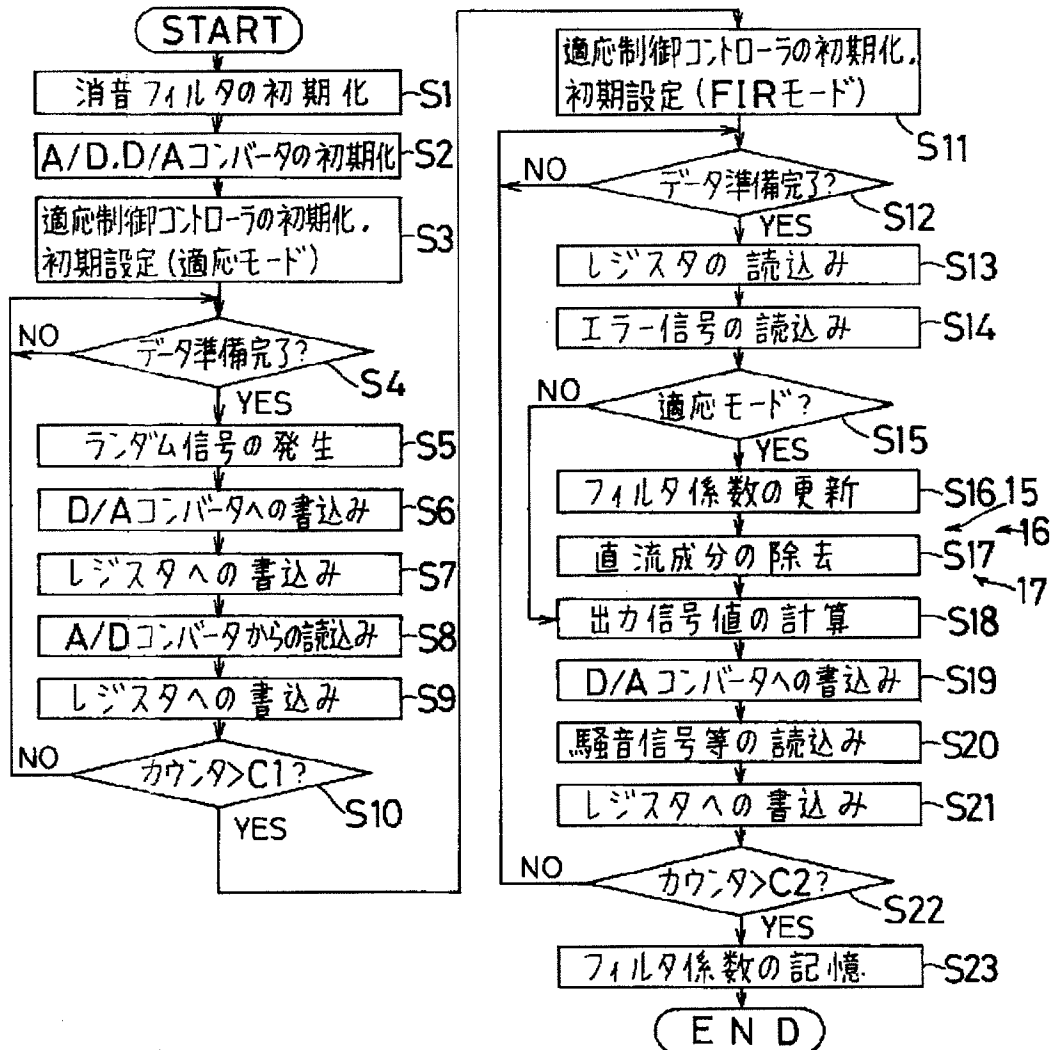
騒音レベル [dB]

消音制御なし

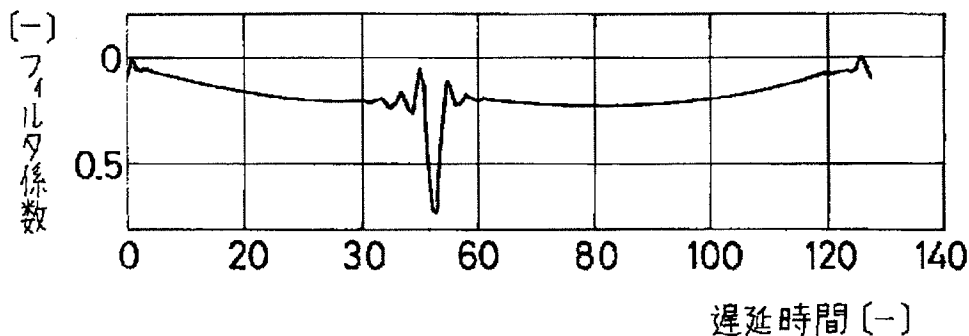
消音制御あり

周波数 [Hz]

【図2】



【図6】



【図5】

